



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월12일
(11) 등록번호 10-1956916
(24) 등록일자 2019년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23F 19/10 (2006.01) B23F 21/00 (2006.01)
B23F 5/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23F 19/10 (2013.01)
B23F 19/102 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7001171
(22) 출원일자(국제) 2014년07월15일
심사청구일자 2017년05월26일
(85) 번역문제출일자 2016년01월15일
(65) 공개번호 10-2016-0037163
(43) 공개일자 2016년04월05일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/001930
(87) 국제공개번호 WO 2015/014448
국제공개일자 2015년02월05일
(30) 우선권주장
10 2013 012 797.1 2013년07월31일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
JP61008221 A*
KR1020120140634 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
글리슨-파아우터 마션네파브리크 게엠베하
독일 71636 루트비히스부르크 다이플러슈트라쎄 14
(72) 발명자
클라인바흐 쿠르트
독일 71717 바일슈타인 피흐텐슈트라쎄 3
크레셀 위르겐
독일 71282 험밍겐 제슈트라쎄 28
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 이상용

(54) 발명의 명칭 톱니 가장자리의 기계가공 방법 및 상기 방법을 수행하도록 설계된 기계가공 스테이션

(57) 요약

본 발명은 톱니 외형을 가진 기계가공 공구로 축방향으로 향하는 면과 기어의 톱니 플랭크 사이의 톱니 가장자리를 기계가공하는 방법에 관한 것이다. 재료 제거식 절삭 작업을 위해서, 자신의 톱니 외형의 축을 중심으로 회전하는 기계가공 공구가 기계가공 공구의 회전축과 톱니형 소재의 회전축 사이의 영이 아닌 교차 각도하에서 톱니형 소재와 롤링 결합하게 된다.

(52) CPC특허분류

B23F 21/00 (2013.01)

B23F 5/163 (2013.01)

(72) 발명자

필리핀 마티아스

독일 71277 루테스하임 쉴러슈트라쎄 13

베펠만 에드가

독일 71679 아스페르크 비르켄베르크 2

명세서

청구범위

청구항 1

톱니형 소재(2)가 소재 기어 축(Z)을 중심을 회전할 때 절삭날을 가진 공구(1)가 절삭 작용을 통하여 톱니형 소재(2)의 톱니 가장자리로부터 재료를 제거하는, 축방향으로 향하는 면(3)과 챔퍼의 생성을 위한 톱니형 소재(2)의 톱니 플랭크 사이의 톱니 가장자리의 기계가공 방법에 있어서,

기계가공 공구는 상기 공구 상에 축 방향으로 향하도록 배치된 절삭날과 톱니가 구비된 톱니 외형을 가지며, 재료 제거 절삭 작업을 위해서, 처리중인 톱니형 소재와 기계가공 공구의 회전축(Z, ZW)이 영이 아닌 축교차 각도(Σ)로 서로에 대해 위치되어 있는 상태에서, 톱니 외형의 축(ZW)을 중심으로 회전하는 기계가공 공구가 기계가공될 톱니형 소재(2)와 롤링 결합되고,

소재 기어 윤곽의 중심과 공구의 중심 사이의 연결선에 대해 수직으로 뺀 평면에 대한 공구의 회전축의 영이 아닌 경사 각도(η)의 결과로, 절삭 운동의 절삭 방향은 톱니 플랭크에 대해 수직으로 뺀 방향 성분을 가지는 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 영이 아닌 축교차 각도의 결과로, 절삭 운동의 절삭 방향은 기계가공된 톱니 가장자리와 인접해 있는 톱니 플랭크를 따라서 톱니 폭의 방향으로 뺀 방향 성분을 가지는 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 축교차 각도(Σ)가 적어도 4° 이거나 또는 45° 이하이거나 또는 적어도 4° 이고 45° 이하인 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 경사 각도(η)가 적어도 8° 이거나 또는 80° 이하이거나 또는 적어도 8° 이고 80° 이하인 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 절삭 속도는 적어도 10 m/min 이거나 또는 450 m/min 이하이거나 또는 적어도 10 m/min 이고 450 m/min 이하인 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 공구(1)와 톱니형 소재(2)는, 처리중인 소재의 기어 축(Z)과 평행한 방향 성분을 가지며 톱니 가장자리를 완전히 다듬질하는데 기여하는 서로에 대한 상대 운동을 하는 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 공구가 한 번 회전하는 것에 의하여 톱니 가장자리의 완전한 다듬질을 야기하는 구조를 가지도록 설계되어 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 축방향으로 향하는 단부 면에서 톱니 가장자리를 기계가공하는 동안, 공구와 톱니형 소재는 처리중인 소재의 기어 축과 평행한 방향 성분을 가지는 상대 운동을 하는 것을 특징으로 하는 기계가공 방법.

공 방법.

청구항 10

축방향으로 향하는 단부 면(3)의 각각과 톱니형 소재(2)의 톱니 플랭크의 사이에서 톱니 가장자리의 기계가공을 하는 기계가공 스테이션으로서,

기계가공될 톱니 외형을 가진 소재를 유지하는 역할을 하는 회전구동되는 소재 스핀들, 그리고

공구를 유지하는 역할을 하는 회전구동되는 공구 스핀들,

을 포함하는 기계가공 스테이션에 있어서,

공구 스핀들 축과 소재 스핀들 축(Z)의 사이에 영이 아닌 축교차 각도(Σ)가 설정될 수 있고, 제1항 또는 제2항에 한정된 방법에 따라, 영이 아닌 축교차 각도(Σ)에서의 기계가공될 톱니형 소재(2)와 공구(1)의 톱니 외형 사이의 롤링 결합을 위해 상기 공구 스핀들과 상기 소재 스핀들의 회전 운동을 제어하는 제어 장치를 구비하고,

공구 스핀들 축과 톱니 외형의 중심과 공구의 중심 사이의 연결선에 대해 수직으로 뻗어 있는 평면의 사이에 영이 아닌 경사 각도(η)가 설정될 수 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 11

제10항에 있어서, 직선 운동 축, 구체적으로는, 소재 스핀들 축의 반경 방향으로 뻗어 있는, 소재 스핀들 축에 대해 반경방향인 방향 성분을 가진 제1 기계축(X)을 가지는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 12

제10항에 있어서, 소재 스핀들과 공구 스핀들의 사이에서 소재 스핀들 축과 평행한 방향 성분을 가진 상대 운동을 일으키는 기계축을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 13

삭제

청구항 14

제10항에 있어서, 소재 스핀들 축에 대해서 뿐만 아니라 상기 축교차 각도(Σ)를 설정하는 역할을 하는 회전축에 대해서 수직인 방향 성분을 포함하는 추가적인 회전 기계축을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 15

제10항에 있어서, 소재 스핀들 축에 대해 수직으로 뻗어 있는 평면에 놓인 방향 성분을 포함하는 제2 직선 기계축을 구비하고 있고, 상기 방향 성분은 제1 기계축의 상기 평면에 대한 투영과 선형적으로 독립인 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 공구가 디스크 형상인 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 17

제10항에 있어서, 상기 공구가 계단식으로 연삭된 외형을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 18

제10항에 있어서, 공구(10)가 한 번 회전하는 것에 의해 하나의 축방향으로 향하는 단부 면에서 톱니 가장자리의 완전한 다듬질을 야기하는 구조를 가지도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 19

제10항에 있어서, 공구(10)가 공구의 회전축(ZW)의 방향으로 측정된 높이가 변하는 경사면을 가진 구역을 가지

고 있는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 20

제15항에 있어서, 공구(10)의 경사면은 적어도 부분적으로 나선 형태로 상승하는 것을 특징으로 하는 기계가공 스테이션.

청구항 21

제10항에 따른 기계가공 스테이션으로 톱니형 소재의 기계가공을 위한 기어 절삭기로서, 호빙, 기어 셰이핑, 또는 파워-스카이빙을 포함하는 소프트-커팅 처리를 통하여 처리중인 소재에 기어 톱니를 만드는 추가적인 기계가공 스테이션을 가지는 것을 특징으로 하는 톱니형 소재의 기계가공용 기어 절삭기.

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 축방향으로 향하는 면과 기어의 톱니 플랭크 사이의 톱니 가장자리를 기계가공하는 방법, 상기 방법을 수행하도록 설계된 기계가공 스테이션 및 상기 기계가공 스테이션을 구비하고 있는 기어 절삭기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이러한 종류의 방법은, 예를 들어, DE 10 2009 019 433 A1에 개시된 것과 같은 당해 기술의 알려진 상태에 속한다. 기어를 만들어내는 칩-절삭 처리가 축방향으로 향하는 면과 경계를 이루는 톱니 가장자리를 따라서 쇄거스러미(burr)를 발생시키기 때문에 톱니 가장자리에 대한 기계가공 작업이 수행된다. 왜 이러한 쇄거스러미가 제거될 필요가 있는지에 대해 몇 가지 이유가 있다. 예를 들면, 기어의 축방향으로 향하는 단부 면이 편평한 고정면 또는 기준면으로서 기능하여야 할 때, 상기 단부 면의 평면도(planarity)가 쇄거스러미에 의해 손상될 수 있다. 또한, 소재가 경화된 후, 기어가 트랜스미션에서 작동하고 있을 때 쇄거스러미가 소재를 파손시킬 수 있는 위험이 있고, 이로 인해 트랜스미션의 부품이나 톱니 플랭크가 손상될 수 있다. 게다가, 이러한 종류의 쇄거스러미는 기어나 톱니형 소재를 다루는 사람에게 부상을 입힐 수도 있다. 톱니 가장자리 자체에 대해서 작업을 하지 않고 단지 쇄거스러미만 제거한다면, 경화 처리시에 톱니 가장자리가 탄화(carburization)의 결과로 단단한 유리질(glass-hard)로 될 수 있고 응력을 받으면 박리될 수 있다.

[0003] 이러한 단점을 방지하기 위해서 당해 기술 분야에서 몇 가지 방법이 개발되어 있다. 예를 들면, EP 1 279 127 A1에 개시되어 있는 방법은, 톱니 가장자리의 챔퍼(chamfer)로의 소성 변형에 관한 것으로서, 톱니 가장자리의 구역에 있는 소재의 재료가 소재와 롤링 톱니 결합(rolling tooth engagement) 상태로 있는 모따기 휠(chamfering wheel)에 의해 밀려나간다. 그러나, 이 과정에서 발생하는 이차적인 쇄거스러미는 호닝(honing)이나 그라인딩과 같은 차후의 경성 다듬질 처리(hard-finishing process)에서 각각의 경성 다듬질 공구의 조기 마모를 초래할 수 있는 문제를 일으키기 때문에 나중에 제거되어야 할 것이다. 이러한 이차적인 쇄거스러미를 제거할 수 있는 방법이 DE 10 2009 018 405 A1에 개시되어 있다.

[0004] 접촉 압력하에서 소성 변형을 통하여 챔퍼를 만드는 대안으로서, 절삭 처리를 통하여 톱니 가장자리에 챔퍼를 만들어낼 수 있다. DE 10 2009 019 433에 따르면, 적어도 하나의 절삭날을 가진 대체로 원통형의 공구가 공구 스핀들에 고정되어 있다. 반경방향의 송입 운동이 이 모따기 공구를 톱니형 소재의 단부 면과 기계가공할 수 있는 결합상태로 만든 후, 기어 톱니의 가장자리에 챔퍼가 만들어진다. DE 10 2009 019 433에 개시된 설계 구성에 의하면, 양쪽 단부 면에서의 모따기 공구의 절삭 운동이 항상 기어 윤곽의 중심쪽으로 향할 수 있다. 본 발명의 대상은 절삭 작업을 통하여 톱니 가장자리에 챔퍼가 만들어지는 톱니 가장자리의 처리이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 기계가공되어야 하는 톱니형 소재의 형상에 관하여 보다 많은 융통성을 제공하면서도 상기한 것과 동일한 일반적인 종류의 방법을 개선시키는 목적을 가지고 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 방법 지향적인 관점에서, 본 발명은 상기 과제를, 기계가공 공구가 톱니 외형을 가지며, 재료 제거 절삭 작업을 위해서, 처리중의 톱니형 소재와 기계가공 공구의 회전축이 영이 아닌 축교차 각도로 서로에 대해 위치되어 있는 상태에서, 자신의 톱니 외형의 축을 중심으로 회전하는 기계가공 공구가 기계가공될 톱니형 소재와 롤링 결합(rolling engagement)되는 특징에 의해서 본질적으로 특징지워지는, 상기한 방법의 보다 진보된 방식을 통해서 해결한다.

[0007] 따라서, 상기한 기술적 수준과 비교하여, 본 발명은, 기계가공 공구가 톱니 외형을 가지고 있고, 톱니 외형의 공구의 축이 톱니 가장자리가 기계가공되고 있는 톱니형 소재의 기어 축에 대해 축교차 각도로 기울어져 있기 때문에, 관련된 기계축의 완전히 상이한 운동학적 배치(kinematic arrangement)에 기초하고 있다. 운동학적으로, 이것은, 관련된 회전축의 서로에 대한 비스듬한 자세를 특징으로 하는 교차된 나선형 기어 트랜스미션(crossed helical gear transmission)과 유사하다. 보통 Σ 로 표시된 축교차 각도에 이르기 위해서, 회전축들의 평행한 상태에서 시작하여 회전축들 중의 하나를 톱니형 소재와 공구의 각각의 중심들 사이의 연결선(양쪽 회전축에 대해 수직인 연결선)에 대해서 회전시킨다. 또한, 당업자는 어떠한 경우에도, 예를 들면, 파워-스카이빙(power-skiving)과 관련하여, 축교차 각도의 중요성을 잘 알고 있을 것이다. 용어의 정의뿐만 아니라 기계 축, 키네메틱스(kinematics) 및 절삭 조건의 명확한 설명은, 예를 들면, EP 2 537 615 A1에 개시되어 있다.

[0008] 이와 같이, 축들을 교차 각도로 서로에 대해 비스듬하게 배치시키는 것에 의해서, 절삭 속도가 기계가공 공구의 회전 속도에 뿐만아니라 축들 사이의 교차 각도에 의존하는 절삭 메카니즘이 만들어진다. 공구의 절삭날은 공구의 톱니 가장자리에 의해 형성된다.

[0009] 따라서, 축들을 영이 아닌 각도로 서로 교차시키는 결과로, 절삭 운동의 절삭 방향이 기계가공된 톱니 가장자리와 인접해 있는 톱니 플랭크를 따라서 톱니 폭의 방향으로 이동하는 방향 성분을 가질 수 있다.

[0010] 톱니 플랭크의 방향에 수직인 방향 성분을 절삭 운동의 절삭 방향에 더하기 위해서, 특히 바람직한 방법은 공구의 회전축을 톱니형 소재의 중심과 공구의 중심 사이의 연결선에 대해 수직으로 뻗어 있는 평면에 대해 영이 아닌 경사 각도로 맞추는 것이다. 따라서, 공구는 소재 축(Z)(도 2 참고)을 향하는 방향으로 경사진다. 이것은 톱니 가장자리를 넘어서 이어지는 윤곽-형성 접촉 선(profile-shaping contact line)을 이루는 특히 간단한 방식이다. 상기 경사 각도는 또한 접촉 평면에 대한 공구의 평면의 경사와 일치한다.

[0011] 이렇게 결정된 기계가공 결합을 위한 축들의 상호 위치는 - 축들의 평행한 위치에서 시작하여 - 두 개의 선형적으로 독립인 회전축에 대한 회전을 통해서 정해질 수 있다. 대안으로서, 축들의 교차 각도는, 하나의 축에 대해서만 회전을 수행하고 상기 중심들의 연결선(양쪽 축에 대해 수직인 선)에 대해 수직이고 그리고 톱니형 소재의 회전축과 기계가공 공구의 회전축 중의 하나에 수직인 변위 성분을 가진 선형 변위를 더하는 것에 의해서 정해질 수도 있다. 이러한 종류의 변위는 축들의 교차점(투영도로 보았을 때)과 기계가공 작업의 결합점(접촉점) 사이의 영이 아닌 차이(offset)를 특징으로 한다. 이러한 변위를 따르면, 원래 정해진 축들 사이의 교차 각도는 유효 교차 각도와 경사 각도의 합성 각도로 생각될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 중심들 사이의 연결의 방향은 반경 방향이고, 이것은, 순수한 송입(pure infeed) 또는 플런지 절삭 이송(plunge cutting feed)을 위한, 본 발명의 방법에 있어서의 송입 축의 방향으로 사용될 수도 있다.

[0013] 바람직한 실시례에서, 축의 교차 각도는 적어도 4° , 보다 바람직하게는 적어도 8° , 특히 적어도 12° 이다. 한편, 상기 축의 교차 각도는 45° 의 합당한 한계를 넘어서는 안되고 바람직하게는 35° 이하, 특히 25° 이하로 되어야 한다. 이것은 기계가공 공구의 설계에 대해 과도한 요구를 부과하지 않음과 동시에 충분히 빠른 절삭 속도를 고려한 것이다.

[0014] 경사 각도와 관련하여, 바람직한 경사도는 적어도 8 퍼센트, 바람직하게는 적어도 16 퍼센트, 특히 적어도 24 퍼센트이다. 한편, 경사는 80 퍼센트를 넘어서는 안되고 바람직하게는 60 퍼센트 이하, 특히 40 퍼센트 이하로 되어야 한다. 경사의 이러한 설정(setting)은, 특히 위에 명시한 교차 각도의 설정과 결합하여, 윤곽-형성 접촉 선이 적절한 경로를 따르게 한다.

[0015] 상기한 바와 같이, 기계가공 공구의 자신을 회전축을 중심으로 한 회전 속도는 절삭 속도를 결정하는 요인들 중의 하나이다. 다른 운동의 축에 대한 설정이 이루어진 상태에서, 기계가공 공구의 회전 속도는 바람직하게는 절

삭 속도가 적어도 10 m/min, 바람직하게는 적어도 30 m/min, 특히 적어도 50 m/min인 값으로 설정된다. 상한 으로서, 450 m/min 이하, 바람직하게는 300 m/min 이하, 특히 200 m/min 이하이지만, 150 m/min를 배제하지 않는 절삭 속도가 고려된다. 이것은 기계가공 시간의 절약과 공구의 충분한 작업 수명 사이의 합리적인 타협점을 고려한 것이다.

[0016] 톱니 플랭크가 어떠한 경우에도 디텐덤 플랭크(dedendum flank)와 어텐덤 플랭크(addendum flank)의 사이에서 완전한 기계가공 처리를 받도록 보장하기 위해서, 윤곽-형성 접촉 선이 톱니 틈새(tooth gap)의 전체 톱니 가장자리 구역을 넘어설 필요가 있다. 본 발명에 따르면, 이것이 실행될 수 있는 주된 몇 가지 방식이 있다.

[0017] 제1 가능한 방식으로, 공구와 톱니형 소재가 소재의 톱니 외형의 축과 평행한 방향 성분을 가지는 서로에 대한 상대 운동을 할 수 있다. 이것은, 파워-스카이빙의 처리와 유사한, 톱니 외형의 축을 따르거나 공구 축을 따르는 운동이 될 수 있다. 경사 각도가 큰 경우에 이러한 방식을 이용하는 것이 특히 유리하다.

[0018] 생각할 수 있는 바로는, 이 경우에는, 톱니형 소재의 일부 톱니 가장자리가, 어떠한 경우에도 톱니 가장자리의 일부 구역이, 예를 들면, 기계가공 공구의 톱니 외형의 톱니 가장자리에 배치되어 있는 절삭날의 일부 구역과 접촉하지도 않을 수 있다.

[0019] 한편, 이것이 바람직한 구성을 나타내더라도, 기계가공 공구의 톱니 외형이 전체 둘레를 따라서 뻗어 있을 필요는 없다. 이론상으로, 절삭날을 가진 한 개의 톱니가 충분할 수 있다. 이 경우에는, 적절하게 작은 축방향의 송입 속도가 선택되어야 할 것이다.

[0020] 대안으로서, 이러한 효과를 나타내는 구조가 기계가공 공구 자체에 포함될 수도 있다. 이러한 개념의 상세한 내용은 장치 청구항과 관련하여 아래에 기술될 것이다.

[0021] 이러한 후자의 가능한 방식에서는, 몇몇 경우에 있어서, 예를 들면, 톱니형 소재의 축이나 공구 축과 평행하게 향할 수 있는 송입 운동을 완전히 없애는 것이 실현가능할 수 있다. 이것은, 톱니 외형을 가지는 소재가 자신의 근처에 톱니 가장자리를 다듬질하는 과정에서 손상되지 않고 안전하게 유지될 필요가 있는 쇼울더를 가지는 경우에 특히 유리하다. 이러한 경우에, 공구의 몇 개의 상이한 톱니가 각각의 틈새와 결합되어, 롤링 순서(rolling sequence)의 일부에서 각각의 틈새의 두 개의 톱니 가장자리를 기계가공한다.

[0022] 장치 지향적인 관점에서, 본 발명은 축방향으로 향하는 단부 면의 각각과 톱니형 소재의 톱니 플랭크의 사이에서 톱니 가장자리의 기계가공을 하는 기계가공 스테이션을 제공하고, 상기 기계가공 스테이션은 공구 스핀들 축과 소재 스핀들 축의 사이에 영이 아닌 축교차 각도가 설정될 수 있고, 영이 아닌 축교차 각도에서 톱니형 소재와 공구의 톱니 외형 사이의 롤링 결합을 위해 상기 공구 스핀들과 상기 소재 스핀들의 회전 운동을 제어하는 제어 장치를 구비하고 있는 특징에 의해 본질적으로 특징지워진다.

[0023] 이 기계가공 스테이션의 장점은 본 발명의 방법의 장점을 뒤따른다. 따라서, 바람직한 실시례의 기계가공 스테이션은 송입을 위한 직선 운동 축, 특히 소재 스핀들 축에 대해 반경방향인 방향 성분을 가진 제1 기계축을 가질 수 있다. 바람직하게는, 상기 기계가공 스테이션이 소재 스핀들과 공구 스핀들의 사이에서 소재 스핀들 축과 평행한 방향 성분을 가진 상대 운동을 일으키는 기계축도 가지고 있다. 이것이 한편으로는 축방향의 송입 운동을 실현하는 것을 가능하게 할 수 있다. 다른 바람직한 실시형태로서, 기계가공 공구의 축방향의 위치를 변경되게 할 수 있고, 이는 톱니 폭이 변하는 소재의 기계가공에서 특히 유리하다. 게다가, 이러한 특징은 한 개의 축방향으로 향하는 단부 면과 반대쪽 단부 면에 있는 톱니 가장자리를 기계가공하는 사이 소재에 대한 공구의 축방향의 위치를 변경시키는데 사용될 수도 있다. 추가적인 바람직한 특징으로서, 영이 아닌 경사 각도가 톱니형 소재 외형의 중심과 공구의 중심 사이의 연결선과 수직으로 뻗어 있는 평면에 대한 공구 스핀들 축에 대해서 설정될 수 있다.

[0024] 하나의 가능한 실시례에서, 축교차 각도를 설정하는 역할을 하는 축에 대해서 그리고 소재 스핀들 축에 대해서 수직인 방향 성분을 포함하는 추가적인 회전 기계축이 고려된다. 따라서, 축들의 교차 각도와 경사 각도는 두 개의 회전 기계축에 의해서 정해진다.

[0025] 그러나, 다른 보다 바람직한 실시례는 소재 스핀들 축에 대해 수직으로 뻗어 있는 평면에 놓인 방향 성분을 가진 제2 기계축을 가지고 있고, 상기 방향 성분은 제1 기계축의 상기 평면에 대한 투영과 선형적으로 독립이다. 하나의 실용적인 구성에 있어서, 이것은 반경방향의 송입 방향 X에 대한 그리고 추가적으로 소재 스핀들 축에 대해 수직으로 뻗어 있는 방향 Y에 대한 크로스-슬라이드 스테이지(cross-slide stage)가 될 수 있다. 상기 크로스-슬라이드 스테이지의 Y-방향으로의 변위의 결과로, 이 변위 동안 공구 스핀들 축의 방향은 바뀌지 않는 반면에, 소재와 공구의 각각의 중심 사이의 연결축은 바뀌기 때문에, 원래 반경방향의 축(X)을 중심으로 하는

회전에 의해 설정된 축의 교차 각도가 경사 성분 n 을 받아들인다.

[0026] 공구의 형상과 관련하여, 공구는 바람직하게는, 구체적으로는 10 cm 이하, 바람직하게는 7 cm 이하, 그리고 특히 4 cm 이하의 축방향의 크기를 가진 디스크 형상으로 될 수 있다. 바람직하게는, 공구의 톱니 외형이 계단식 연삭처리된 다듬질부(step-ground finish)를 가지고 있고 따라서 파워-스카이빙에 유리한 기본적인 형상을 가지고 있다.

[0027] 또한, 상기 기계가공 공구는 공구 축과 평행한 송입 운동을 일으키는 구조를 가지도록 설계될 수 있다. 이것은 바람직하게는, 공구가 공구의 톱니상에 높이가 변하는 경사면을 가진 구역을 가지고 있는 설계를 통하여 이루어진다. 공구의 톱니가 절삭날을 가진 경사면을 가지고 있기 때문에, 본 발명은 따라서, 본질적으로 보호를 받을 만한 개념으로서, 절삭 작업에서 톱니 가장자리로부터 재료를 제거함으로써 각각의 단부 면과 톱니 플랭크 사이의 톱니 가장자리의 다듬질을 하기 위한 기계가공 공구를 개시하고, 기계가공 공구의 절삭날과 인접해 있는 경사면은 기계가공 공구의 회전축의 방향으로 측정된 변하는 높이를 가지고 있다.

[0028] 상기 개념은 기계가공 공구의 경사면이 적어도 부분적으로 나선 형상으로 상승하는 기계가공 공구의 특수한 실시예에서 실현된다. 상기 경사면의 기본적인 형상은 계단식 연삭(step-grinding)에 의해 형성될 수 있다.

[0029] 공구의 회전축과 톱니형 소재의 회전축의 서로에 대한 위치에 더하여, 이 경우에 나선 피치(helical pitch)의 결과로 한 번의 회전에서 증가한 높이는 추가적인 송입 운동이 없을 때 윤곽-형성 접촉 선이 휩쓸고 지나간 가장자리 부분의 길이에 대한 결정 요인(determinant factor)이다.

[0030] 본 발명은 또한 상기 내용에 따른 기계가공 스테이션을 가진 톱니형 소재의 기계가공을 위한 기어 절삭기를 제공한다. 이 기어 절삭기는 특히 소프트-커팅 처리, 예를 들면, 호빙, 기어 셰이핑(gear shaping), 또는 파워-스카이빙을 통하여 소재에 톱니를 만드는 역할을 하는 추가적인 작동 스테이션을 구비할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 방법에 대한 보호범위는 상기 방법을 실행시키는 제어 프로그램으로까지도 확장된다.

[0031] 본 발명에 따른 방법은 내측 기어뿐만 아니라 외측 기어의 톱니 가장자리의 기계가공에 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 발명의 추가적인 두드러진 특징, 세부사항 및 장점은 첨부된 도면에 관한 아래의 설명으로부터 명확하게 될 것이다.

도 1은, 제1 관찰 방향에서 본, 공구와 기계가공될 기어 윤곽 사이의 결합의 지오메트리(geometry)를 개략적으로 나타내고 있고;

도 2는, 제2 관찰 방향에서 본, 도 1에 도시된 것과 동일한 기계가공 결합 상태를 개략적으로 나타내고 있고;

도 3a 는 톱니 가장자리의 기계가공에서 사용된 축의 위치를 나타내고 있고;

도 3b는, 도 3a와 비교하여, 파워-스카이빙에서 사용된 축의 위치를 나타내고 있고;

도 4는 파워-스카이빙에 의해 근원적인 기어 외형을 발생시키는 공구의 윤곽과 비교하여 톱니 가장자리의 기계가공을 위한 공구의 윤곽을 나타내고 있고; 그리고

도 5는 톱니 가장자리의 기계가공을 위한 공구의 특수한 형태를 나타내고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 도 1은 본 발명의 방법에 있어서 기초가 되는 기계축의 근원적인 키네메틱스(kinematics)를 나타내고 있다. 기어 축 Z이 수직으로 향해 있는 상태의 톱니 외형(2)을 가진 소재가 도 1에 도시되어 있지만, 톱니 외형(2)의 각각의 톱니는 도 1의 개략도에 도시되어 있지 않다. 반경방향의 송입 방향 X와 수직으로 뻗어 있는 도 1의 그림면에 투영된 이미지에서, 기어 윤곽(2)의 기어 축 Z는 공구(1)의 회전축 Z_0 과 축교차 각도 Σ 를 이룬다. 도시된 예에서, Σ 는 20° 이다. X축, Z축 및 Y축은 본 예에서 직각좌표계를 형성한다.

[0034] 도 2는 Y축-방향, 다시 말해서, 도 1의 관찰 방향에 대해 90° 회전되어 있는 관찰 방향으로 보았을 때의 공구와 소재 사이의 결합상태를 나타내고 있다. 도 2로부터 명확한 것과 같이, 공구(1)는 또한 X축-방향과 수직으로 뻗어 있는 평면에 대해 기울어져 있는데, 상세하게는 본 경우에는 30° 인 각도 n 만큼 기울어져 있다. 도 2는 톱니 외형(2)의 톱니 플랭크와 상부에 있는 축방향으로 향하는 단부 면(3)의 사이에 놓여 있는 톱니 가장자리의 기계가공을 나타내고 있다. 바닥부측에 있는 가장자리의 기계가공을 위해서, 소재가 뒤집어질 수 있기 때

문에, 도 3에서는 바닥면이 상부면으로 되지만, 공구의 위치는 도 2에 도시된 작동 상황에 대한 것과 동일하게 유지된다. 대안으로서, 소재와 공구 사이의 동일한 상대적인 상호간의 위치결정은 공구의 위치를 변화시킴으로써 이루어질 수도 있다. 이러한 능력은 특히 공구가 도 2에서 X로 표시된 축을 중심으로 180° 이상으로 회전할 수 있는 설계를 통하여 실현될 수 있다.

- [0035] 원칙적으로, 절삭은 안쪽에서 바깥쪽으로(틈새(gap) 외부로) 또는 반대로(틈새 내부로) 진행될 수 있다. 한 종류의 절삭에서 다른 종류의 절삭으로 바꾸기 위해서는, 회전 방향이 상응하게 역전될 필요가 있다.
- [0036] 상기한 바와 같이, 상기 기계는 축의 원하는 위치가 설정될 수 있도록 하기 위해서 제2 회전축을 필요로 하지 않는다. 대신에, 파워-스카이빙(power-skiving)을 위해서 사용되며 도면의 투영된 모습에서 절삭 결합(cutting engagement)의 위치가 축들의 투영된 교차 구역에 놓이는 도 3b에 도시된 위치로부터 시작하여, 공구가 시프트 운동(도 3에서 왼쪽으로 향하는)을 하게 될 수 있다. 이러한 시프트 운동에서, 공구 축의 방향은 변하지 않지만, 공구의 중심은 이동된다. 도 3b의 그림면과 일치하는, 중심과 중심 사이의 연결선과 수직으로 뻗어 있는 평면은 - 비유적으로 말하자면 - 도 3a의 새로운 연결선과 다시 수직이 되도록 상기 그림면으로부터 외부로 경사져 있다. 도 3a에서 공구의 회전축은 더 이상 상기 평면에 놓여 있는 것이 아니라, 상기 평면으로부터 소재의 회전축을 향하는 방향으로 일정 각도로 경사져 있다.
- [0037] 도 3a에서는, 도 3b에 도시된 각각의 톱니의 윤곽선이 생략되어 있다. 이것은 톱니 가장자리의 기계가공을 위한 공구의 윤곽이 도 3b에 도시된 파워-스카이빙 공구의 톱니 윤곽과 일치하지 않는다는 것을 나타내는 것이다. 오히려, 챔퍼의 생성을 위해서는 가장자리가 축방향으로 향하는 면의 평면에서 깎여야 하고, 이에 따라, 속도 벡터가 상기 면의 챔퍼와 평행하게 되어야 하기 때문에, 이러한 목적을 위해서 톱니-가장자리-기계가공 공구의 공구 윤곽이 변형된다. 이러한 변형에 대한 예가 도 4에 도시되어 있는데, 상기 도면에서 실선은 파워-스카이빙을 위해 사용된 공구의 톱니 윤곽을 나타내는 반면에, 점선은 모따기 공구의 대응하는 윤곽을 나타낸다.
- [0038] 도 5에 도시된 공구(10)를 이용하면 축방향으로 향하는 면에서 톱니 가장자리를 기계가공하는 동안 공구를 공구의 축방향으로 이동시킬 필요를 없앨 수 있다. 공구(10)의 톱니 외형(12)은 연속적으로 상승하는 나선형(continuously rising spiral)의 형태로 회전축 Z_{\parallel} 을 중심으로 감기도록 형성되고, 그 결과 위치 14에서 불연속부(16)를 가진다. 공구(10)가 자신의 회전축을 중심으로 완전히 한 번 회전하는 것에 의해, 윤곽-형성 접촉선(profile-forming contact line)이 기계가공될 기어 윤곽의 톱니 틈새의 양쪽 톱니 가장자리 위로 완전히 넘어서게 되고, 이로 인해 특히 시간 절약 방식의 톱니 가장자리의 기계가공이 달성된다. 연속적인 나선 형상이 바람직하지만 필수적인 것은 아니다. 단차부(step)에 의해 중단된 복수의 부분을 가진 형태도 가능하다.
- [0039] 원칙적으로, 소성 변형을 통한 기어 톱니 가장자리의 모따기와 달리, 절삭 작업을 통하여 톱니 가장자리에 챔퍼를 만드는 것은 제2 단계가 뒤따를 것을 요하지 않는다. 이것은 소재에 대한 기계가공 시간을 단축시킨다.
- [0040] 본 발명을 보다 명확하게 하기 위해서, 아래의 논의의 주된 목적은 본 명세서를 읽는 사람에게 본 발명의 방법의 기초가 되는 절삭 처리를 가시화할 수 있게 하는 것이다.
- [0041] 우선, 간략화된 도면에서, 공구의 절삭날의 선 요소($d\ell$)는 기계가공 공구의 기어-톱니 외형의 톱니 가장자리, 다시 말해서, 공구의 회전축 Z_{\parallel} 에 대해 수직으로 뻗어 있는 평면에 놓여 있는 것으로 생각된다. 스냅사진에서, 절삭날 요소($d\ell$)의 방향 벡터는, 예를 들면, $(\cos\theta, \sin\theta, 0)$ 로 표현될 수 있는데, 여기서 θ 는 절삭날 요소가 반경방향의 축에 대해서 기울어져 있는 각도, 스냅사진에서, 예를 들면, 기계가공 공구의 정지시의 기준 좌표계($X_{\parallel}, Y_{\parallel}, Z_{\parallel}$)의 축 X_{\parallel} 에 대해 기울어져 있는 각도를 나타낸다.
- [0042] 움직이지 않는 소재에 대해서 절삭날 자체의 방향 벡터를 따르는 운동은 어떠한 절삭 작용도 발생시키지 않으며, 절삭날 요소($d\ell$)는 항상 회전축 Z_{\parallel} 에 대해 수직으로 뻗어 있는 평면에서 움직인다. 아래의 설명을 위해서, 절삭 방향(절대 기준계(absolute reference system)에서의 절삭 방향)은 상기 평면에 놓여 있으며 절삭날 요소($d\ell$)에 대해 수직으로 향해 있는 것으로 상정된다. 따라서, 이러한 절삭 방향은 기계가공 공구의 정지시의 기준 좌표계에 대해 방향 벡터 $s_w = (-\sin\theta, \cos\theta, 0)$ 로 정의될 수 있다.
- [0043] 먼저, 회전축들 사이에 설정되어 있는 교차 각도 Σ 만 고려하면, 이것은, 경사 각도 η 를 제외하지만 축교차 각도 Σ 를 포함하는 절삭 방향이 공간적으로 고정된 좌표계(X, Y, Z)에서 $s_{\Sigma}=(-\sin\theta, \cos\theta\cos\Sigma, \cos\theta\sin\Sigma)$ 로 표현될 수 있도록, 공구를 송입 축 X에 대해서 기울이는 것에 해당하는 것을 나타낸다.
- [0044] 이러한 절삭 방향의 벡터 성분들 중의 제3 성분은 또한 상기 성분이 축교차 각도에 따라 기어축과 얼마나 평행

한지를 나타낸다.

[0045] 추가적인 경사 각도 η 가 없는 축교차 각도 Σ 의 형태는 파워-스카이빙에 사용되는 기계축에 대한 기본적인 배치(constellation)를 나타내고, 최대 반경방향의 송입을 수반한 파워-스카이빙에 의해 이미 완성된 톱니 플랭크 표면의 형상을 고려하면, 처리중인 유사하게 회전하는 기어에 대한 상대 운동에 있어서의 절삭 방향은 톱니 플랭크와 수직인 성분을 가질 수 없다. 이러한 요건을, 기어 축 Z에 대해서 회전된 좌표계에서, 절삭 방향의 제 1 성분은 (이 경우에는 공간적으로 고정된) 상기 성분에 대해서 수직인(영이 되는) 성분을 나타내고, 톱니 플랭크 방향의 제2 성분은 톱니 높이의 방향을 나타낸다는 의미에서 스냅사진에 적용하면, s_Σ 의 제1 성분이 사라지도록 각도 χ 의 회전이 필요하다, 다시 말해서, 조건식 $\tan \chi = \tan \theta / \cos \Sigma$ 가 충족되는 회전이 필요하다.

[0046] 그러나, 본 발명의 바람직한 실시례에서는, 회전축 Z_0 가 공간적으로 고정된 시스템에서 축 Y에 대해서, 구체적으로는, 경사 각도 η 만큼 추가적으로 경사진다. 공간적으로 고정된 시스템(X, Y, Z)에서, (절대적인) 절삭 방향의 벡터는 아래의 형태:

[0047]
$$\mathbf{s}_{\Sigma, \eta} = (\cos \theta \sin \Sigma \sin \eta - \sin \theta \cos \eta, \cos \theta \cos \Sigma, \cos \theta \sin \Sigma \cos \eta + \sin \theta \sin \eta)$$

[0048] 를 취한다.

[0049] 절삭 방향이 $\mathbf{s}_{\Sigma, \eta, \chi} = (s_\perp, s_\parallel, s_z)$ 의 형태를 취하는 각도 η 만큼 회전된 좌표계로 변환하면, 톱니 플랭크에 수직인 성분은 아래의 형태:

[0050]
$$s_\perp = (\sin \Sigma \sin \eta \cos \theta - \cos \eta \sin \theta) \times \cos \chi + \cos \Sigma \cos \theta \sin \chi$$

[0051] 로 표현된다.

[0052] 따라서, 절삭 방향은 절삭 작용에서 윤곽선이 톱니 가장자리 위로 넘어서는 결과를 가지는 영이 아닌 성분(non-vanishing component) s_\perp 를 가진다. 투명성을 위해서 값 $\theta = 0$ 을 삽입하면, s_\perp 에 대한 결과는

[0053]
$$s_\perp|_{\theta=0} = \sin \Sigma \sin \eta$$

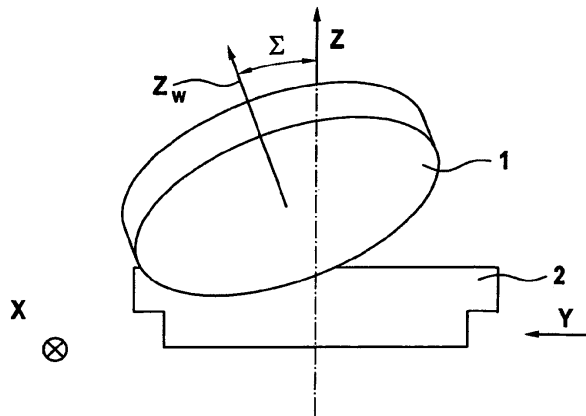
[0054] 로 된다.

[0055] 이 결과를 그래프로 해석하면, 영이 아닌 축교차 각도 Σ 가 바람직한 실시례에서 추가적인 경사 각도의 사인(sine)을 또한 포함하는 톱니 플랭크에 대해 수직인 벡터 성분을 가진 절삭 방향을 실현할 수 있도록 해준다. 따라서, 이러한 바람직한 실시례에서는, 처리중인 기어 톱니 윤곽의 톱니 플랭크에 대해 수직으로 향해 있는 절삭 방향의 벡터 성분은 주로 $\sin \Sigma \times \sin \eta$ 인자에 의존한다.

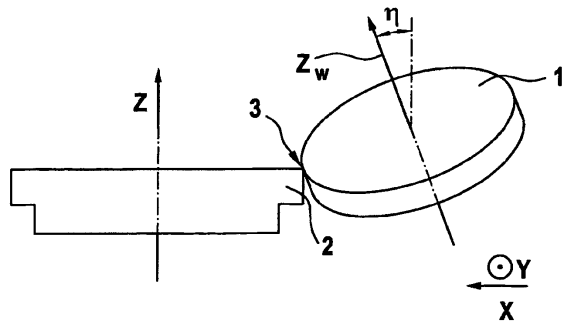
[0056] 또한, 본 발명은 도면의 설명에서 제공된 실시례로 제한되지 않는다. 오히려, 상기 설명과 아래의 청구항에 개시된 특징이 본 발명을 상이한 실시례로 실현하는데 있어서 개별적으로 또는 조합 형태로 필수적인 사항이 될 수 있다.

도면

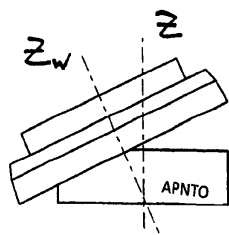
도면1



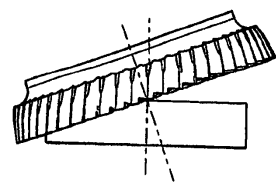
도면2



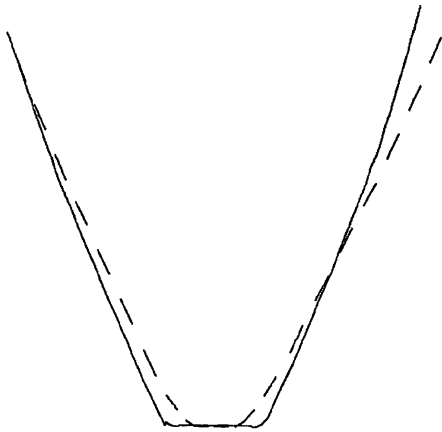
도면3a



도면3b



도면4



도면5

